

TW-P020

## 금속 산화물 나노입자가 포함된 ZnO 박막의 광학적 및 전기적 특성 연구

이동욱, 오규진, 심성민, 김은규\*

한양대학교 물리학과

ZnO는 태양전지의 투명전극 및 윈도우 물질로 그 동안 광범위하게 사용되어 왔다. 하지만 태양광의 효율 증가를 위하여서는 가시광 영역뿐만 아니라 자외선 및 적외선 영역을 이용할 필요가 있다. 또한 금속 산화물 반도체 나노 입자는 크기를 조절하여 흡수하는 태양광의 파장 영역을 조절할 수 있고 이를 이용하여 이중구조를 사지는 고효율의 태양전지를 구현할 수 있다. 본 연구에서는 3.4 eV의 에너지 밴드갭을 가지는 ZnO박막내에 밴드갭을 조절 할 수 있는 금속 산화물 나노입자를 삽입하여 광학적, 전기적 특성을 연구하였다. ZnO 박막을 증착하기 전 유리 및 사파이어 기판에 스퍼터를 사용하여 Pt금속전극을 형성한 이후, ZnO 박막을  $1 \times 10^{-10}$  Torr의 기본 진공도를 유지하는 초고진공 스퍼터를 사용하여 100 nm 두께로 증착 하였다. 금속 산화물 나노 입자를 제작 하기 위하여, ZnO 박막에 열증착 장비(thermal evaporator)를 사용하여 In 나노 입자를 10 nm 이하의 크기로 제작 하였다. 그 상부에 초고진공 스퍼터 와 열증착 장비를 사용하여 ZnO 박막 및 In 나노 입자를 순차적으로 증착하여 수백 nm 두께의 ZnO 박막을 제작한다. ZnO 박막 내부에 형성된 In 양자점은 ZnO 증착공정 중에 산화되어  $In_2O_3$ 의 산화물 나노 입자로 형성되며, 내부의 구조는 투과전자 현미경을 사용하여 확인 하였다. 제작된 금속 산화물 나노입자가 포함된 ZnO 박막의 광학적 특성을 photoluminescence, UV-Vis spectroscopy, ellipsometry를 통하여 확인 하였으며, solar simulator와 전류-전압 특정 장비를 사용하여 전기적 특성을 분석 하였다.

**Keyword:** ZnO

TW-P021

## Physical Vapor Deposition공정 시, Substrate 온도에 따른 X-선 검출용 비정질 셀레늄의 성능평가

김대국<sup>1</sup>, 강진호<sup>2</sup>, 김진선<sup>1</sup>, 노성진<sup>2</sup>, 조규석<sup>2</sup>, 신정욱<sup>2</sup>, 남상희<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>인제대학교 의료영상과학 대학원, <sup>2</sup>인제대학교 의용공학과, <sup>3</sup>인제대학교 의료영상연구소

현재 국내의 상용화된 디지털 방식 X-선 영상장치에서 간접변환방식은 대부분 CsI를 사용하고 있으며, X-선 흡수에 의해 전기적 신호를 발생시키는 직접변환방식은 Amorphous Selenium(a-Se)을 사용한다. a-Se은 진공 중에 녹는점이 낮아 증착 시 substrate의 온도에 따라 민감한 변화를 보인다. 본 연구에서는 간접변환방식에 비해 높은 영상의 질을 획득할 수 있는 직접변환방식의 a-Se기반 X-선 검출기 제작 시 substrate에 인가된 온도에 따른 특성을 연구하여 최적화 된 substrate의 온도를 알고자 한다. 본 실험에서는 glass에 투명한 전극물질인 Indium Tin Oxide (ITO)가 electrode로 형성된 substrate를 사용하였으며 그 상단에 a-Se을 Physical Vapor Deposition (PVD)방식을 거쳐 X-선 검출기 샘플을 제작하였다. PVD 공정 시 네 개의 보트에 a-Se 시료를 각각 100g씩 총 400g을 넣고,  $5 \times 10^{-5}$ Torr까지 진공도를 낮추었다. 보트의 온도는 270°C에서 40분 290°C에서 90분으로 온도를 인가하여 a-Se을 기화시켜 증착하였다. 증착 시 substrate 온도를 각각 20°C, 40°C, 60°C, 70°C 네 종류로 나누어 실험을 진행하였다. 끝으로 증착된 a-Se 상단에 Au를 PVD방식으로 electrode를 형성시켜 a-Se기반의 X-선 검출기 샘플 제작을 완료하였다. 제작된 a-Se기반의 X-선 검출기 샘플의 두께는 80에서 85 $\mu$ m로 온도에 따른 차이가 없었다. 이후에 전기적 특성을 평가하기위해 electrometer와 oscilloscope를 이용하여 Dark current와 Sensitivity를 측정하여 Signal to Noise Ratio(SNR)로 도출하였으며 Scanning Electron Microscope(SEM) 표면 uniformity를 관찰하였다. 또한 제작된 a-Se기반 X-선 검출기 샘플의 hole collection 성능을 확인하고자 mobility를 측정하였다. 측정결과 a-Se의 work function을 고려한 10V/ $\mu$ m기준에서 70kV, 100mA, 0.03sec의 조건의 X-선을 조사 하였을 때 Sensitivity는 세 종류의 검출기 샘플이 15nC/mR-cm<sup>2</sup>에서 18nC/mR-cm<sup>2</sup>으로 비슷한 양상을 나타내었지만, substrate온도가 70°C때의 샘플은 10nC/mR-cm<sup>2</sup>이하로 저감됨을 알 수 있었다. 그리고 substrate온도 60°C에서 제작된 검출기 샘플의 전기적 특성이 SNR로 환산 시, 15.812로 가장 우수한 전기적 특성을 나타내어 최적화 된 온도임을 알 수 있었다. SEM촬영 시 온도상승에 따라 표면 uniformity가 우수하였으며, Mobility lifetime에서는 60°C에서 제작된 검출기 샘플이 deep trap 수치가 높아 hole이 0.04584cm<sup>2</sup>/V-sec로 0.00174cm<sup>2</sup>/V-sec의 electron보다 26.34배가량 빠른 것을 확인하였다. 본 연구를 통해 a-Se증착 시, substrate에 인가된 온도는 균일한 박막의 형성 및 표면구조에 영향을 미치며 온도가 증가할수록 안정적인 전기적 특성을 나타내지만 70°C이상일 시, a-Se층의 결정화가 생겨 deep trap을 발생시켜 전기적 특성이 저하됨을 확인 할 수 있었다. 따라서 증착 시의 substrate의 온도 최적화는 a-Se기반 X-선 검출기의 안전성 및 성능향상을 위해 불가피한 요소가 된다고 사료된다.

**Keywords:** a-Se, PVD, X-선